

*На правах рукописи*



Ибатуллина Римма Петровна

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
БИОПРЕПАРАТОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

03.02.08 - экология (биологические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Казань – 2011

Работа выполнена на кафедрах биохимии и микробиологии биолого-почвенного факультета ФГАОУВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» и ООО «НПИ «Биопрепараты».

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор  
Алимова Фарида Кашифовна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
Селивановская Светлана Юрьевна  
(Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
г. Казань)

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Сафин Радик Ильясovich  
(ФГОУВПО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань)

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии)

Защита состоится 17 марта 2011 г. в 14<sup>30</sup> часов на заседании диссертационного Совета Д М 212.081.19. при Казанском (Приволжском) федеральном университете по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке им. Н. И. Лобачевского Казанского (Приволжского) федерального университета.

Просьба отзывы отправлять по факсу: (843) 238-71-21 или на e-mail: [biopreparaty@mail.ru](mailto:biopreparaty@mail.ru).

Автореферат разослан «16» февраля 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета  
кандидат биологических наук, доцент



Р. М. Зелеев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Сельскохозяйственная экосистема является совокупным продуктом природы и человеческого труда. Характер агроэкосистем и их продуктивность определяются природными условиями, уровнем развития науки и техники, и особенно, степенью интенсивности сельскохозяйственного производства.

В условиях многоукладности экономики и перехода к рыночным отношениям по-новому должны ставиться и решаться проблемы сельскохозяйственного производства. Эти кардинальные изменения в нем должны обеспечивать получение с каждого гектара земли возможно большего количества продукции, лучшего качества и с наименьшими затратами труда при условии повышения плодородия почв и охраны окружающей среды.

Эволюционно сложившиеся системы растительно-микробных симбиозов были разбалансированы в ходе формирования культурной флоры, поскольку при доместикации и селекции растений человек взял на себя выполнение ряда их адаптивных функций, применяя различные агрохимикаты и агротехнические приемы. Эти подходы позволили существенно повысить продуктивность основных сельскохозяйственных культур. Однако цена сложившихся систем интенсивного земледелия оказалась непомерно высокой, так как оно привело к беспрецедентному ухудшению глобальной экологической обстановки. Наиболее изученными его факторами являются накопление в почвах и воде продуктов трансформации удобрений и пестицидов, которые оказывают мутагенное и токсическое воздействие на живые организмы.

Реальной альтернативой использованию агрохимикатов являются микробные препараты, органические соединения или растительные экстракты которые обеспечивают аналогичные функции, практически не влияя на экологическую обстановку в агроценозе [Borkowski et al., 2004; Orlikowski, Skrzypczak, 2003; Patkowska, Pięta, 2004; Picard et al., 2000; Pięta et al., 2003; Rose et al., 2003; Tvaruzkova, 2004; Wojdyła, 2004; Кожемяков, Тихонович, 1998]. Очевидно, что сохранение высокой продуктивности невозможно при полном отказе от агрохимикатов, однако уровень их внесения может быть уменьшен многократно, без чего развитие адаптивных форм растениеводства не представляется возможным, в ходе окультуривания растений они в значительной степени утратили способность адаптироваться к неблагоприятным условиям среды благодаря симбиозам с микроорганизмами.

Потребность сельского хозяйства в азотных удобрениях возрастает, но удовлетворяется она не полностью и стоимость их высокая. Фиксация молекулярного азота из атмосферы – одно из самых мощных средств накопления азотного фонда почвы и питания сельскохозяйственных растений, превосходящее по своему объему и значению индустрию азотных удобрений.

Эффективность применения биопрепаратов и размеры фиксации атмосферного азота от вида растения и агроклиматической зоны.

**Цель настоящей работы** – определение биологической эффективности применения биопрепаратов на районированных сортах зерновых и зернобобовых культур в условиях агроценозов эколого-географических и агроклиматических зон Республики Татарстан.

### **Основные задачи исследования:**

1. Оценить влияние бактериальных биопрепаратов группы «Фармат» («Ризоагрина», «Мизорина», «Флавобактерина») на урожайность зерновых и тех-

нических культур, пораженность фитопатогенами и почвоутомление в условиях агроэкосистем Республики Татарстан (РТ);

2. Изучить влияние различных форм биопрепарата «Ризоторфин» в условиях агроэкологических зон РТ;

3. Охарактеризовать влияние биопрепарата «Фитотрикс» на урожайность, пораженность пшеницы сорта «Люба» фитопатогенами и структуру микробиотического сообщества семян;

4. Определить характер и особенности изменений биологической активности почв под воздействием биопрепаратов;

5. Выявить наиболее эффективные в условиях агроклиматических зон РТ препаративные формы биопрепаратов, в том числе на фоне экстремально высоких температур 2010 г.

**Научная новизна работы.** Впервые выполнены комплексные исследования по изучению возможностей использования перспективного носителя (золонит) для симбиотических и ассоциативных ризобактерий с целью внедрения новой технологичной и эффективной формы микробных биопрепаратов в условиях эколого-географических зон Республики Татарстан. Выявлена фунгицидная активность бактериальных биопрепаратов на основе ассоциативных ризобактерий (АРБ) и симбиотрофных микроорганизмов по отношению к местным популяциям фитопатогенных микроорганизмов, инфицировавших семена зерновых и зернобобовых культур.

Эффективность биопрепаратов подтверждена в условиях агроклиматических зон РТ, выявлены фитопатогены-мишени на семенах и по вегетации после обработки биопрепаратами.

Для симбиотрофных микроорганизмов показана фунгицидная активность по отношению к фитопатогенам почв, что указывает на восстановление супрессивности почв после выращивания бактеризованных зернобобовых культур на примере гороха сорта «Казанец». Подобраны оптимальные сочетания минерального питания и биопрепаратов в условиях различных типов почв.

**Практическая значимость работы.** Полученные результаты могут быть использованы для модернизации технологии производства биопрепаратов на основе ассоциативных ризобактерий и симбиотрофных микроорганизмов, а также микроскопических грибов на биозаводах при переходе с одного типа сорбентов на другой.

Выявлена высокая биологическая эффективность биопрепаратов на примере предпосевного протравливания местных районированных сортов семян зерновых и зернобобовых в условиях агроклиматических зон РТ, что позволяет использовать их как альтернативу пестицидам и минеральным удобрениям при получении экологически чистой пищевой продукции.

Отмечено увеличение засухоустойчивости зерновых культур на фоне предпосевного протравливания биопрепаратами в условиях экстремально высоких температур 2010 года в РТ.

Показана возможность использования новой формы биопрепарата «Фитотрикс» в качестве биофунгицида для предпосевной обработки семян зерновых. Показана возможность сочетания биопрепаратов на основе микроскопических грибов и бактерий.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Наибольшая биологическая эффективность биопрепаратов группы «Фармат» и «Ризоторфин» показана при использовании новой препаративной

формы, полученной на основе адсорбента золонит в условиях агроэкосистем Республики Татарстан.

2. Интродукция биологических препаратов оказывает положительное влияние на состояние агроэкосистем РТ.

3. Эффективность применения биопрепаратов зависит от типа агроэкологических районов и климатических зон в РТ.

4. Положительный эффект применения биопрепаратов зависит от уровня минерального питания, вида и сорта растений.

5. Инокуляция семян новыми бактериальными препаратами улучшает минеральное питание растений и повышает качество растительной продукции.

**Апробация работы.** Материалы диссертации представлены на зональных и региональных семинарах-совещаниях Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан (2000-2011 гг.); на выставках «Золотая осень» (г. Москва, 2000-2010 гг.), «Эколидер-2010» (г. Казань, 2010 г.) и др.; итоговых научно-образовательных конференциях Казанского (Приволжского) федерального университета (г. Казань, 2008 – 2011 гг.), научно-практических конференциях «Современные направления и развитие адаптивного семеноводства, его технической базы как фактора стабилизации и повышения урожайности сельскохозяйственных культур» (г. Казань, 2007), «Современные проблемы биохимии и бионанотехнологии» (г. Казань, 2010 г.), «Становление и достижения биохимической школы Казанского университета», (г. Казань, 2010 г.), «Безопасность при использовании наноматериалов и нанотехнологий» (г. Казань, 2009 г.), «6<sup>th</sup> Food Science International Symposium» (Beijing, China, 2010).

Вся продукция ООО НПИ «Биопрепараты» имеет все соответствующие сертификаты и СанЭпидем заключения, награждена золотой медалью «За производство высокоэффективных биологических и микробиологических средств защиты растений» на 10-й Юбилейной Российской Агропромышленной Выставке «Золотая осень», а также имеет сертификат «Экологически безопасная продукция - 2009».

**Публикации.** По результатам диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК.

**Структура и объем работы.** Общий объем диссертации 190 страниц. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов, результатов исследований и обсуждения результатов, рекомендаций производству, заключения, выводов, списка литературы, приложения. Работа содержит 41 таблицу и 45 рисунков. Список литературы включает 150 источников, в том числе 70 иностранных.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследований**

#### Использованные штаммы

Для работы из коллекции лаборатории сельскохозяйственной биохимии и биотехнологии был получен штамм *Trichoderma asperellum* Т. 18.

Для исследований из коллекции ГНУ ВНИИСХМ были взяты следующие штаммы микроорганизмов:

*Agrobacterium radiobacter*, *Arthrobacter mysorens*, *Flavobacterium* L-30, *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium galegae*, *Rhizobium leguminosarum*.

#### Использованные препараты

В работе были использованы биопрепараты производства ООО «НПИ «Биопрепараты».

«Ризоагрин» - препарат на основе *Agrobacterium radiobacter*, наиболее эффективный на зерновых культурах.

«Мизорин» - препарат на основе *Arthrobacter mysorens*, средство повышения урожайности и качества зерновых культур, клубней картофеля, сорго, многолетних злаковых и бобовых трав (клевера, люцерны, эспарцета и др.), зернобобовых культур (сои, люпина, фасоли и др.) в сочетании с «Ризоторфином» (1:1).

«Флавобактерин» - препарат комплексного действия, созданный на основе ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов *Flavobacterium* L-30, предназначен для предпосевной обработки клубней картофеля, семян озимой пшеницы, озимой ржи, ячменя, многих видов кормовых трав.

«Фитотрикс» - препарат на основе гриба *Trichoderma*, предназначен для защиты от заболеваний, вызываемых фитопатогенными грибами в почве и на растениях, применяется для предпосевной обработки клубней и семян зерновых, овощных, технических, плодово-ягодных и цветочных культур, используется для пролива почвы до и после высадки рассады, а также для внекорневой подкормки растений, предотвращает порчу овощей при хранении (морковь, картофель, капуста).

«Ризоторфин» - препарат на основе *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium galegae*, *Rhizobium leguminosarum*, предназначен для обработки семян бобовых культур.

#### Растительный материал

Полевые испытания биопрепаратов проводили на следующих растениях: - на яровой пшеницы сортов «Люба», «Амир», «Приокская»; «Маргарита», «Омская-33», Тулайковская-10», «Любава» (суперэлита), «Экада-66»; - озимой пшенице сорта «Левобережная»; - ячмене сорта «Нур», «Нутанс»; - горохе сортов «Казанец»; «Венец», «Спрут», «Труженик»; - люпине узколистном сорта «Кристалл»; - бобах кормовых сорта «Пензенские 16»; - сое сорта «№ 34»; - картофеле сорта «Тимо», «Невский», элита; - кукурузе сорта «Катерина СВ»; - овсе сорта «Аллюр». Для изучения были выбраны сорта, созданные, в основном, за последний период.

#### Носители микроорганизмов (субстраты)

До 2008 года при производстве биопрепаратов в качестве носителя использовали верховой торф из Владимирской или Кировской областей (рН 4).

С 2009 года начали использовать золонит - минерал из группы гидрослюд слоистого строения, продукт вторичного изменения (гидролиза и последующего выветривания) слюд биотита и флогопита. Зерна пластинчатой структуры, блестящие, могут иметь бурый, желтый, золотистый, зеленый цвет различных оттенков (до практически черного).

#### Питательные и стабилизирующие добавки, микроэлементы

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) используется как стабилизатор консистенции, загуститель, средство для капсулирования. Основным свойством карбоксиметилцеллюлозы является, способность к формированию очень вязкого коллоидного раствора, который не утрачивает вязкости в течение длительного времени.

ЖУСС (медь-бор), ЖУСС-2 (медь-молибден), ЖУСС-3 (медь-цинк) ЖУСС-4А (железо), ЖУСС-5 (кобальт) - хелатные микроэлементные удобрительные составы (концентрат) для обработки посевного материала, полива, опрыскивания.

ГУМИ-90 (90% по препарату) - универсальный препарат для стимуляции роста, развития, повышения устойчивости к болезням, вредителям, химическим, пестицидным отравлениям, заморозкам, засухе и другим стрессам зерновых, зернобобовых, подсолнечника, сахарной свеклы, картофеля, хлопка, табака, овощных, плодово-ягодных и декоративных культур; действующее вещество - биоактивиро-

ванные по молекулярному весу соли БМВ-гуминовых кислот природного происхождения и важнейшие микроэлементы адаптогенной природы.

*Супергумат* применяется в качестве удобрения на основе гуминовых кислот для предпосевной обработки семян и подкормки зерновых, технических, овощных, плодово-ягодных и цветочно-декоративных культур. Массовая доля гуминовых кислот не менее 1,0%, pH не более 9,5.

#### Схема работы

В ходе работы было исследовано семь районов Республики Татарстан, относящихся к 3 экологическим зонам и 4 агроклиматическим районам: Лаишевский, Алексеевский, Муслюмовский, Балтасинский, Высокогорский, Елабужский и Буинский, а также Самарская область. Испытания проводились на серой лесной, дерново-подзолистой почвах и черноземе.

По величине среднесуточных температур воздуха на территории республики выделены четыре агроклиматических района:

- прохладный – охватывает Предкамскую часть республики, где сумма температур составляет 2070 - 2130°C – Лаишевский, Балтасинский, Высокогорский и Елабужский районы;
- умеренно-прохладный – занимает восточную возвышенную часть республики с суммой температур 2150 - 2200°C – Муслюмовский р-н;
- умеренно-теплый – к этому району относится юго-западная часть республики с суммой активных температур 2200 - 2250°C – Буинский р-н;
- теплый – занимает территорию Западного Закамья; сумма активных температур несколько выше 2250°C – Алексеевский р-н, Самарская область.

Принимая во внимание экологическую обстановку и состояние агроценозов, в РТ выделяют следующие экологические зоны:

1. Зоны экологического благополучия – Балтасинский р-н;
2. Зона экологической нормы – Лаишевский, Высокогорский, Муслюмовский, Алексеевский р-ны;
3. Зоны экологического риска – Буинский и Елабужский р-ны.

В качестве антропогенного фактора рассматривались минеральные удобрения, а также, в случае гороха и яровой пшеницы, микроэлементные добавки ЖУСС, Гуми-90 и Супергумат, как влияющие на эффективность применения биопрепаратов.

Обработка посадочного материала препаратами проводилась непосредственно перед экспериментом. В некоторых вариантах опыта препараты вносились дополнительно по вегетации. Растения оценивали на следующих фазах развития культуры: семена до посева, всходы и третий лист, кущение, выход в трубку, колошение – цветение, завязывание зерна – молочная спелость, молочно-восковая спелость, полная спелость. Дополнительно оценивали влияние биопрепаратов на пораженность семян и по вегетации, супрессивность и биологическую активность почвы.

Образцы почвы были отобраны в соответствии с правилами отбора проб для микробиологического анализа с соблюдением условий стерильности из горизонта А1 на территории проведения исследований. В дальнейшем образцы для каждого слоя/горизонта усредняли [Методы ..., 1991].

Почвенные микробные сообщества исследованных объектов характеризовали по численности и активности. Определение численности микроорганизмов в почве проводили методом посева на питательные среды [Головченко и др., 1995; Коже-

вин, 1989; Методы ..., 1991]. Количественный учет грибов проводился методом Хансена в модификации Мирчинк [1988].

Азотфиксирующую активность почвы измеряли методом Харди в модификации Умарова [Гарусов с соавт., 2006], определение активности почвенного дыхания осуществляли на газовом хроматографе [Гарусов с соавт., 2006].

Интенсивность дыхания почвы ( $V_{SIR}$  и  $V_{basal}$ ) оценивали по скорости выделения  $CO_2$ .

Определение фитотоксичности препаратов проводили на семенах растений [Методы ..., 1991].

Статистическую обработку результатов проводили с помощью электронных таблиц Microsoft Excel, Statgraphics plus 2.1.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

### **Влияние бактериальных биопрепаратов группы «Фармат» («Ризоагрин», «Мизорин» и «Флавобактерин») на зерновые и технические культуры**

#### Влияние препарата «Ризоагрин» на зерновые культуры

Полевые испытания препарата проводили на яровой пшенице (сорта «Люба», «Амир», «Приокская», «Омская-33», «Лада»), ячмене (сорта «Нур» и «Нутанс») и овсе (сорт «Аллюр») в условиях трех экологических зон: экологического благополучия (Балтасинский р-н), экологической нормы (Лаишевский, Муслюмовский и Алексеевский р-ны) и экологического риска (Буинский р-н) – и четырех агроклиматических районов: прохладный (Лаишевский, Балтасинский р-ны), умеренно-прохладный (Муслюмовский р-н), умеренно-теплый (Буинский р-н) и теплый (Алексеевский р-н) – на фоне минеральных удобрений и без. В случае яровой пшеницы сорта «Люба» и ячменя «Нур» влияние «Ризоагрина» дополнительно оценивали на фоне комплекса микроэлементов ЖУСС.

Применение биопрепарата повышает урожайность яровой пшеницы сорта «Амир» по сравнению с контролем, наравне с азотным удобрением. Инкрустация семян препаратом более эффективна, чем обработка всходов по вегетации (рис. 1).

В 2001 г. урожайность пшеницы «Амир» в контроле и на фоне бактериального препарата и минерального удобрения была, в среднем, на 7,6 ц/га выше по сравнению с 2002 г. Вероятно, это связано с количеством выпавших осадков и среднесуточной температурой в течение вегетационного сезона, в 2001 г. эти значения были значительно выше (266 мм/17°C и 197 мм/15,8°C, соответственно).

Ризоагрин (независимо от типа обработки) и азотное удобрение оказывают одинаково положительное воздействие на содержание клейковины при инкрустации семян, обработке всходов – разница на 6,7 – 7,9% от контроля; под их воздействием содержание  $NO_3$ ,  $NH_4$  и  $NO_3 + NH_4$  увеличивается, в среднем, в 2 раза.

Содержание азота в растениях яровой пшеницы сорта «Амир» в фазе трубкования при инкрустации семян ризоагрином и внесении азотного удобрения возрастает почти в 2 раза.



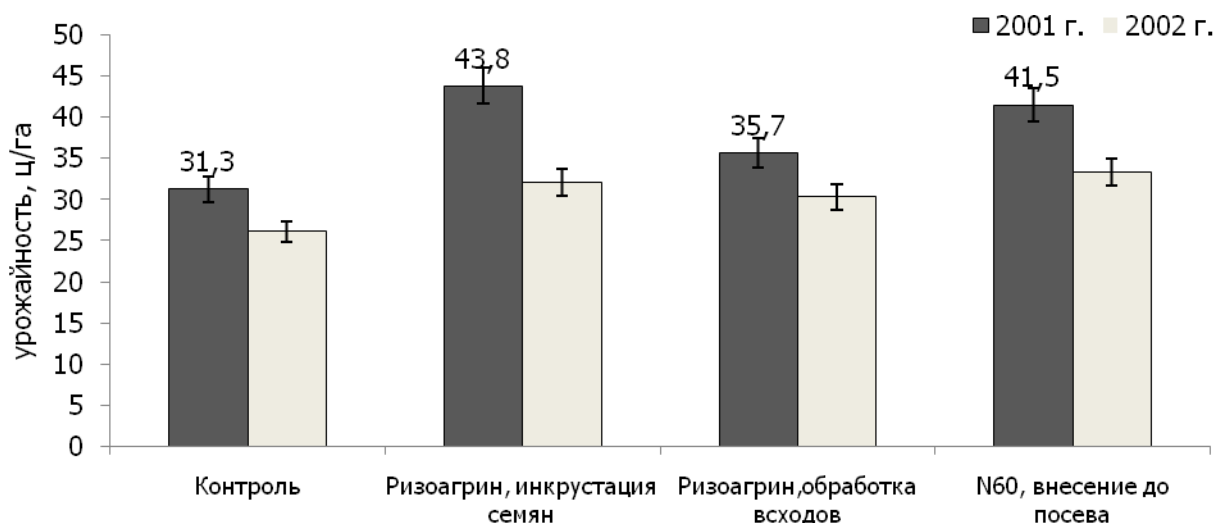


Рисунок 1 – Урожайность яровой пшеницы сорта «Амир» в 2001-2002 гг. (Лайшевский р-н РТ).

Содержание калия увеличивается при обработке ризоагрином и внесении азотного удобрения по сравнению с контролем, разница между биопрепаратом и удобрением не значительна.

Во всех вариантах опыта урожайность увеличивается. Максимальный результат отмечен при совместном внесении ризоагрина и фосфорно-калийных удобрений, азотно-фосфорно-калийных удобрений, и азотно-фосфорно-калийных удобрений с ризоагрином. Совместное внесение ЖУСС+ризоагрин оказывает положительное влияние на пшеницу, урожайность возрастает на 4,5 ц/га по сравнению с контролем (рис. 2).

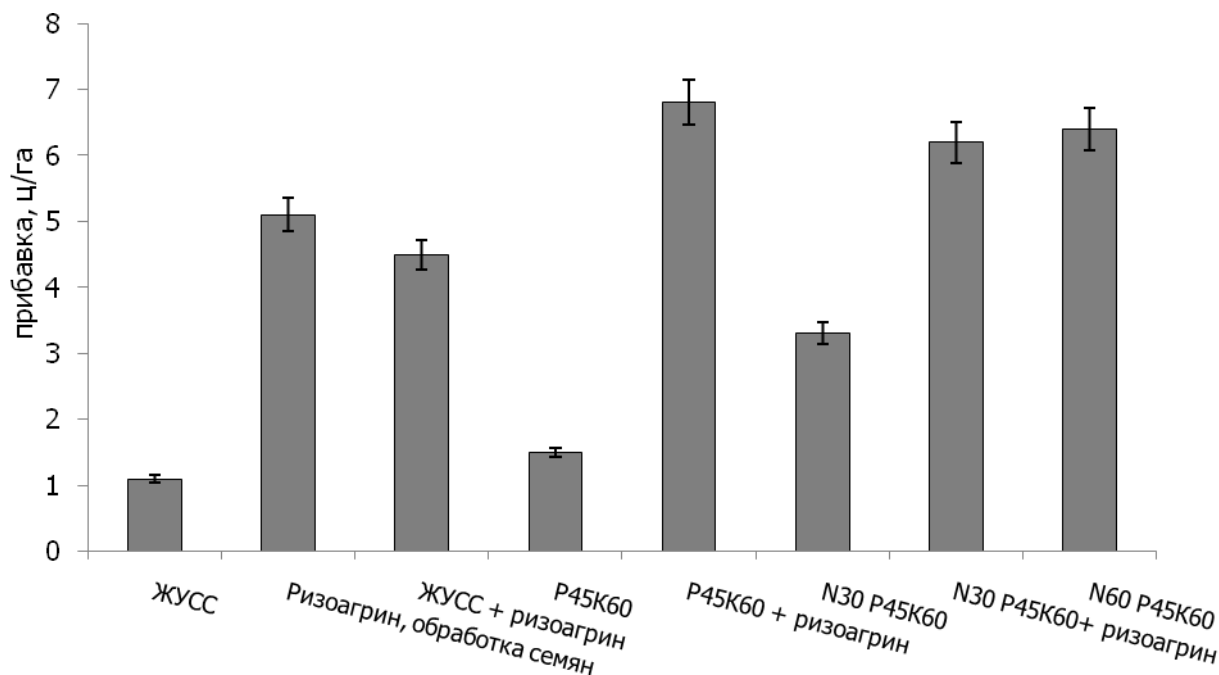


Рисунок 2 – Прибавка урожайности яровой пшеницы сорта «Люба» в зависимости от применения бактериальных и минеральных удобрений (Лайшевский р-н РТ).

Внесение ризоагрина и азотно-фосфорно-калийных удобрений в дозе  $N_{60}P_{45}K_{60}$  увеличивает содержание клейковины в зерне, в дозе  $N_{30}P_{45}K_{60}$  – снижает по сравнению с контролем.

Увеличение урожая ячменя сорта «Нур» отмечено во всех вариантах опыта, как на фоне биопрепарата, так и фосфорно-калийных и азотно-фосфорно-калийных удобрений, и их совместного внесения. Наибольшие значения отмечены в вариантах с ризоагрином, ЖУСС и  $N_{60}P_{45}K_{60}$ . В вариантах с внесением ризоагрина и различных доз азотно-фосфорно-калийных удобрений отмечено увеличение массы 1000 зерен по сравнению с контролем на 0,6-1,4 г. Наибольшее значение отмечено в варианте с  $N_{30}P_{45}K_{60}$ . Внесение минеральных удобрений снижает значение натуры (массы 1 литра семян в граммах) по сравнению с контролем на 0,9-1,4 г/л. Внесение минеральных удобрений оказывает благоприятное действие на содержание азота и протеина в ячмене (табл. 1).

Таблица 1

Технологические качества ячменя сорта «Нур» на фоне «Ризоагрина» и минеральных удобрений

Вариант	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Выравненность				Азот	Протеин, %
			2,8	2,5	2,2	2,0		
Контроль	46,4	614,3	27,5	55,2	16,2	1,05	1,67	10,47
ризоагрин	47,4	617,3	32,1	57,4	9,75	0,6	1,62	10,12
$N_{30} P_{45} K_{60}$	48,8	612,9	41,0	48,4	8,7	1,65	1,88	11,75
$N_{60} P_{45} K_{60}$	47,0	613,4	24,6	58,2	15,0	1,9	2,02	12,65

Испытания яровой пшеницы сорта «Приокская» на фоне минеральных и бактериальных удобрений показали, что обработка ризоагрином на фоне внесения аммиачной селитры (20 кг/га) позволяет получить урожай по технологическим качествам, равный урожаю в варианте с внесением аммиачной селитры 150 кг/га.

Сравнивая результаты многолетних испытаний «Ризоагрина» на зерновых культурах, можно сделать следующее заключение: наибольшая прибавка урожая у пшеницы отмечена для сорта «Амир» в теплом агроклиматическом районе на черноземе (10 ц/га), у ячменя – для сорта «Нур» на серой лесной почве (9,7 ц/га). Лучшие результаты по прибавке урожайности получены при внесении «Ризоагрина» на фоне стартовой дозы минеральных удобрений (20 кг/га д.в.), что сопоставимо с результатами при внесении дозы удобрений 150-200 кг/га д.в. Наименьшая прибавка урожая отмечена у яровой пшеницы сорта «Люба» в Буинском районе на черноземе, несмотря на то, что это умеренно-теплый район (1,1 ц/га). Вероятно, это связано с тем, что Буинский район находится в зоне экологического риска. Например, в Лаишевском районе (зона экологической нормы), несмотря на то, что агроклиматические условия здесь считаются прохладными, прибавка урожая у сорта «Люба» составила 5,1 ц/га.

#### Влияние «Мизорина» на зерновые культуры

Полевые испытания препарата проводили на яровой пшенице (сорта «Тулайковская-10», «Омская-33», «Любава», «Маргарита», «Экада-66»), озимой пшенице (сорт «левобережная») и ячмене (сорт «Нур») в условиях двух экологических зон:

экологического благополучия (Балтасинский р-н) и экологической нормы (Лаишевский р-н) и двух агроклиматических районов: прохладный (Лаишевский, Балтасинский р-ны) и теплый (Самарская область) – на фоне минеральных удобрений и без.

В Лаишевском районе РТ в 2010 г. нами были проведены производственные испытания биопрепарата «Мизорин» на яровой пшенице сортов «Маргарита», «Омская-33», Тулайковская–10». Семена обрабатывали в день посева (ОС) и в одном варианте дополнительно опрыскивали растения биопрепаратом в фазу кушения (ОС+ОР). Эффективность применения биопрепарата оценивали по величине урожая, структуре урожая и качеству зерна в сравнении с контролем, где семена были обработаны химическим протравителем Виал-ТТ (рис. 3).

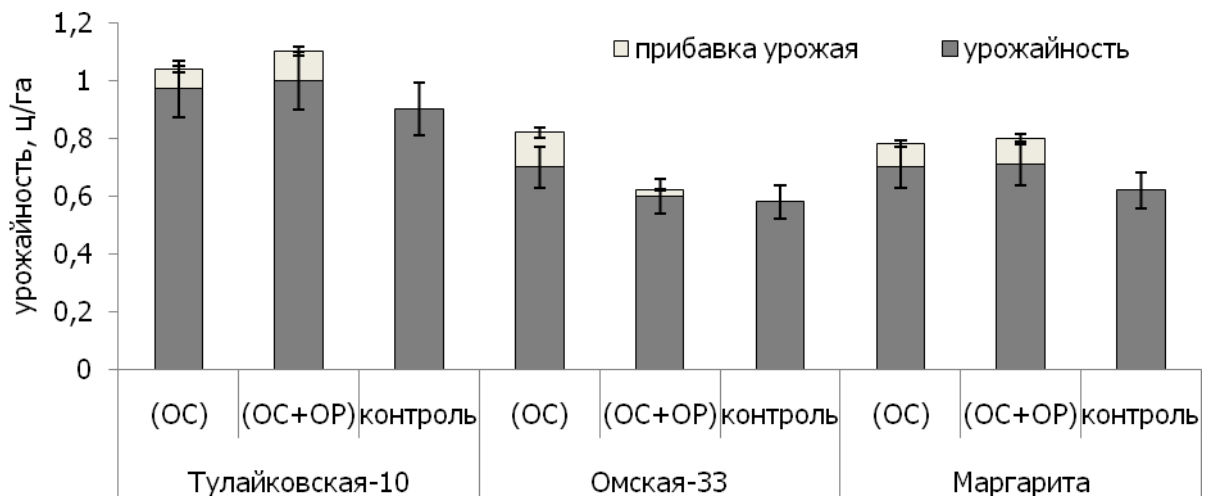


Рисунок 3 - Урожайность яровой пшеницы при применении «Мизорина» (Лаишевский р-н РТ, 2010 г.): (ОС) – обработка семян до посева; (ОС+ОР) – дополнительная обработка в фазу кушения.

Вегетационный период этого года был короче из-за высоких температур и отсутствия осадков в течение всей вегетации и составил 67-70 дней у пшеницы, тогда как в предыдущие годы вегетационный период составлял 78-89 дней. Наблюдения показали, что вегетационный период пшеницы в вариантах с обработкой биопрепаратом был длиннее на 3 дня, чем в контроле.

Испытываемые сорта отличались по урожайности и составили на период 2010 г. у «Тулайковской-10» 0,95 ц/га, у «Омской-33» 0,65 ц/га, у «Маргариты» 0,68 ц/га в условиях различной технологии применения биопрепаратов – предпосевной инкрустации и обработки в фазу кушения. Показано повышение биологической эффективности у сортов «Тулайковская-10» и «Маргарит» на 0,07-0,1 ц/га. Во всех вариантах с применением «Мизорина» урожайность пшеницы выше, чем в контроле. Наибольшая прибавка под воздействием биопрепарата составила 0,12 ц/га, однако только в случае предпосевной обработки семян.

В зоне экологического риска (Бугульминский, Ютазинский р-ны) на фоне применения пестицидов в 2010 г. отмечена полная гибель посевов яровой пшеницы «Экада-66».

Влияние предпосевной обработки «Мизорином» яровой пшеницы сорта «Тулайковская-10» на азотфиксирующую активность в ризосфере и ризоплане

Из данных литературы известно, что продуктивность ассоциативной азотфикс-

сации в естественных фитоценозах зоны умеренного климата достигает 100 кг/га. Снижение интенсивности этого процесса может быть вызвано как частыми механическими обработками почвы (аэрация резко тормозит процесс фиксации азота микроорганизмами) и внесением азотных удобрений, так и различной способностью культур к образованию ассоциации с азотфиксирующими бактериями. Поэтому для активации ассоциативной азотфиксации требуется поиск путей и способов инокуляции культурных злаковых растений перспективными штаммами или ассоциациями диазотрофных ризосферных бактерий по аналогии с инокуляцией бобовых растений клубеньковыми бактериями.

Определенные успехи достигнуты при инокуляции азотфиксирующими бактериями таких растений, как рис, сорго, просо, кукуруза и т.д. Инокуляция же пшеницы редко приводит к положительным результатам. Одна из причин этого, по-видимому, заключается в сложности строения генотипа возделываемых видов пшеницы, что затрудняет определение характера взаимодействия растений и бактерий в ризосфере и подбор соответствующих штаммов бактерий для инокуляции.

Другой возможной причиной является, скорее всего, то, что современные сорта пшеницы, особенно сорта интенсивного типа, получаемого на богатом фоне азотных удобрений, утратили в результате селекции гены, ответственные за синтез веществ, способствующих размножению бактерий азотфиксаторов на корнях.

В ходе вегетационных опытов нами было исследовано влияние «Мизорина» на ассоциативную азотфиксацию в ризосфере-ризоплане яровой пшеницы. Пробы для измерения интенсивности азотфиксации отбирались на 3-и, 30-е, 60-е, 90-е и 120-е сутки после посева.

Применение «Мизорина» для предпосевной обработки семян яровой пшеницы существенно стимулировало активность процесса ассоциативной азотфиксации.

В динамике отмечено увеличение азотфиксирующей активности почвы на 3, 30-е и 60-е сутки на фоне интродукции «Мизорина» по сравнению с контролем примерно в 1,5 раза. Максимальное увеличение отмечено на 60-е сутки опыта. В ходе сукцессии на 90-е и 120-е сутки уровень азотфиксации в опытных вариантах снизился. Период высокой активности в ходе сукцессии сопровождается спадом (рис. 4).

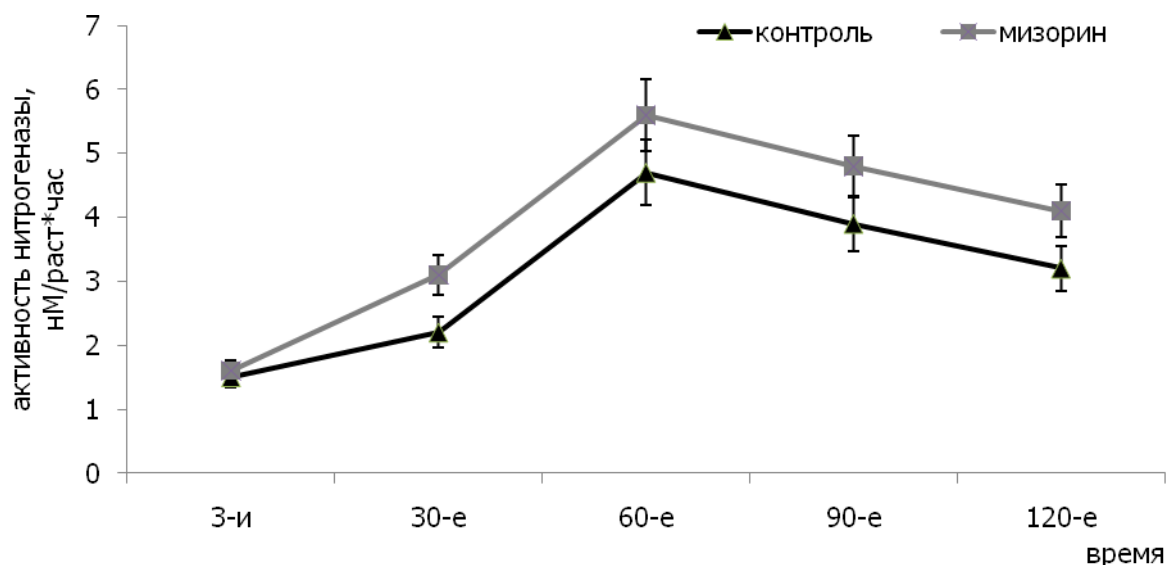


Рисунок 4 - Азотфиксирующая активность в ризосфере и на корнях яровой пшеницы при инокуляции мизорином.

Определение азотфиксирующей активности в ризосфере-ризоплане яровой пшеницы в вегетативных опытах показало, что «Мизорин» стимулирует процесс азотфиксации, в среднем, на 40,9% по сравнению с контролем.

Полученные результаты могут иметь определенное значение при разработке приемов активизации процесса азотфиксации с помощью бактериального препарата «Мизорин».

В Балтасинском районе РТ в 2009 г. на ячмене сорта «Нур» были проведены испытания «Мизорина» на фоне минерального удобрения – аммиачная селитра 150 кг/га д.в. Урожайность ячменя составила 54,2 ц/га, что на 20,8 ц/га выше по сравнению с контролем без обработки Мизорином.

Под влиянием биопрепарата «Мизорин» pH почвы смещается от щелочного (7,7) в сторону нейтрального (7,2). Содержание азотистых веществ в опыте на порядок выше, по сравнению с контролем. Также в опыте в большем количестве содержатся все необходимые для полноценного роста и развития растений микро- и макроэлементы, такие, как K, P, Na, Ca, Mg и другие (табл. 2).

Таблица 2

Содержание химических элементов и их соединений в образцах почвы

Образец	ЕС, мСм /см	pH	Содержание элементов, мг/л								
			NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub>	K	P	Ca	Mg	Na	SO <sub>4</sub>
Опыт	0,27	7,2	15,4	1,4	16,8	12,6	1,3	61,2	12,4	15,0	125,1
Контроль	0,28	7,7	10,5	0,77	11,3	4,5	0,4	64,4	6,9	14,5	125,3

Наибольшая численность азотфиксирующих бактерий р. *Azotobacter* в опыте указывает на наличие достаточного количества влаги, уровня pH, доступного органического вещества, отсутствие грибов-антагонистов.

Результаты прямого микроскопирования позволили выявить наличие мицелиальной стадии грибов в опыте, что указывает на активно метаболизирующую фазу развития. В контроле грибы, в основном, были представлены покоящимися формами. Анализ почвы позволил выявить в контроле сравнительно высокое содержание возбудителей альтернариоза (*Alternaria*), плесневения, почвоутомления и токсикоза *Mucor*, *Aspergillus* – эти сапрофитные плесневые грибы постоянно присутствуют в почве и заселяют поверхность органов растения и являются причиной снижения иммунитета растений. В опыте отмечено доминирование грибов-антагонистов из рода *Trichoderma*.

Таким образом, результаты исследования свидетельствует о значительном благоприятном эффекте, который оказывает микробиологический препарат «Мизорин» на структуру и активность почвенного микробного сообщества, урожайность культуры. Многообразие активных форм микроорганизмов, присутствующих в опыте, безусловно, положительно влияет на качественный и количественный состав почвы.

#### Влияние «Флавобактерина» на кукурузу и картофель

Полевые испытания препарата проводили на кукурузе (сорта «Катерина СВ») и картофеле (сорта «Тимо», «Невский») в условиях двух экологических зон: экологического благополучия (Балтасинский р-н), экологической нормы (Лаишевский р-н) - и одного агроклиматического района (прохладный).

Урожайность картофеля сорта «Тимо» в 2003 г. в Балтасинском районе после

обработки биопрепаратом составила 27 т/га, что на 6,3 т/га выше, по сравнению с контролем.

Прибавка урожая картофеля сорта «Невский» в 2009 г. в Лаишевском районе на фоне биопрепарата составила 3,6 т/га. В 2010 г. прибавка составила 0,58 т/га, что, вероятно, связано с экстремально высокой температурой в течение вегетационного сезона. Среднесуточная температура и количество выпавших осадков в 2010 г. составили 19,5°C и 137 мм, соответственно, тогда как в 2009 г. эти показатели были равны 13,8°C и 297 мм, соответственно.

В результате проведенного сравнительного изучения выявлено положительное влияние препарата «Флавобактерин» на продолжительность вегетации растений картофеля. В варианте без внесения биопрепарата растений погибали до достижения фазы цветения. В варианте с предпосевной обработкой клубней растения достигали стадии цветения с формированием клубней. Во время удаления ботвы на делянках, обработанных данным препаратом, доля растений с отмершей и/или отмирающей ботвой составила в среднем 56%. В контрольных делянках этот показатель составил в среднем 76%.

В Лаишевском районе РТ в 2010 г. также были проведены испытания Флавобактерина» на гибриде кукурузы сорта «Катерина СВ». Под предпосевную культивацию были внесены минеральные удобрения  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Особенностью этого года было высокое содержание непродуктивных растений (полное отсутствие початков, либо начало их формирования) в связи с климатическими условиями. Обработка препаратом «Флавобактерин» снизила этот показатель на 17,6 % по сравнению с контролем.

Предпосевная обработка семян «Флавобактерином» оказала положительное влияние на продуктивность гибрида Катерина СВ. По сравнению с контролем урожайность зерна при стандартной влажности 14% поднялась на 58%. Выход сухого вещества (СВ) составил 4,4 т/га — это на 27,5% выше, чем в контроле.

В целом, препарат «Флавобактерин» положительно повлиял на все показатели продуктивности. Один из основных показателей — это доля початков, от которой зависит кормовая ценность силоса. Доля початков в контроле составила 14,5%. Обработка «Флавобактерином» позволила повысить этот показатель практически вдвое. Также повысился выход сырого протеина на 23,3%, а сахара - на 10,7%. В конечном итоге, валовой сбор обменной энергии с 1 га превысил на 20,5% показатель в контроле.

Таким образом, можно сделать заключение, что обработка биопрепаратами до посева и по вегетации оказывает положительное влияние на зерновые и технические культуры в прохладном агроклиматическом районе. При испытаниях «Флавобактерина» на картофеле в Бавлинском районе (умеренно-прохладный агроклиматический район) в 2010 г. были получены отрицательные результаты.

Анализируя погодные условия вегетационного периода 2010 года можно отметить, что в условиях Республики Татарстан, так же, как и во многих других регионах России, необходимо уделять внимание накоплению и сохранению влаги в почве, так как осадки выпадают неравномерно и часто бывают засухи в критические фазы развития растений. Сложившиеся погодные условия 2010 года существенно снизили фотосинтетический потенциал растений, а также биологическую активность исследуемых микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов, однако, даже, несмотря на засуху, была выявлена статистически достоверная прибавка урожайности культур растений, обработанных биопрепаратами, в прохладном агроклиматическом районе.

## Применение препарата «Ризоторфин» на территории Республики Татарстан

Полевые испытания препарата проводили на горохе (сорта «Венец», «Труженик», «Казанец», «Спрут»), люпине узколистом (сорт «Кристалл»); бобах кормовых (сорт «Пензенские 16»); сое (сорт «№ 34») в условиях трех экологических зон: экологического благополучия (Балтасинский р-н), экологической нормы (Муслюмовский, Высокогорский и Алексеевский р-ны) и экологического риска (Елабужский р-н) – и трех агроклиматических районов: прохладный (Балтасинский, Высокогорский и Елабужский р-ны), умеренно-прохладный (Муслюмовский р-н) и теплый (Алексеевский р-н) – на фоне минеральных удобрений и без. В случае гороха сорта «Казанец» влияние «Ризоторфина» дополнительно оценивали на фоне комплекса микроэлементов ЖУСС, Гуми-90, Супергумата.

Постоянное селекционное совершенствование видов, появление принципиально новых сортов требует изучения их адаптивных свойств при внедрении в различных регионах. Одним из важных адаптивных признаков зернобобовых культур служит длительность их вегетации. В зоне умеренных широт данный показатель определяет ареал возделывания многих из них. Среди зернобобовых в Среднем Поволжье лидирующее место принадлежит гороху – культуре с коротким вегетационным периодом. В этом регионе он занимает треть посевов культуры [Зотиков, 2008]. В наших опытах в различные годы вегетационный период гороха колебался в пределах 69-76 дней. Среди изученных культур наименьшей отзывчивостью на инокуляцию семян выделялся горох (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика отдельных сортов зернобобовых культур в РТ

Культура	Сорт	Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Сбор белка, ц/га	Вегетационный период, дн.
Горох	Венец	3,32	20,22	6,71	71
Люпин	Кристалл	2,78	26,78	7,44	89
Бобы	Пензенские 16	2,42	29,00	7,02	95
Соя	№ 34	2,55	37,53	9,57	102

Отмечено, что комплекс экологических факторов оказывает значительное влияние на урожай зернобобовых культур в агроклиматических районах РТ на протяжении длительного периода. Коэффициент вариации в зависимости от культуры составил 28-42 % с минимальным значением у гороха. К 2009 г. были отобраны сорта с достаточно высоким уровнем урожая и количества белка в семенах. Испытания свидетельствуют, что в условиях Республики Татарстан зернобобовых культур способны формировать высокий потенциал и имеют перспективу расширения посевов.

В Лаишевском районе РТ в 2010 г. были проведены испытания «Ризоторфина» на горохе сорта «Венец», суперэлита.

Высокопродуктивный сорт «Венец» подвергался предпосевной инкрустации биопрепаратом «Ризоторфином» с популяцией микроорганизмов, адаптированных к каждой конкретной культуре.

Урожайность гороха сорта «Венец» в результате селекционирования к 2009 г. составила 3,32 т/га, содержание белка в семени 20,22%, вегетационный период 71 день. После обработки «Ризоторфином» на золоните урожайность составила 4,2 т/га, содержание белка 21,1%. Сравнительный анализ биологической эффективности «Ризоторфина» на торфе (2003-2005 гг.) и «Ризоторфина» на золоните (2009 г.) выявил в последнем случае наиболее перспективный сорбент для производства биопрепарата. Так, в первом случае не отмечено достоверное положительное влияние на урожайность, тогда как в последнем варианте отмечено возрастание урожайности на 0,88 т/га.

Наблюдалась тенденция к увеличению продуктивности растений, но достоверное превышение массы семян с растения отмечено лишь в 2004 году, наиболее благоприятном для азотфиксации. Содержание белка не менялось совсем или увеличивалось незначительно (рис. 5).

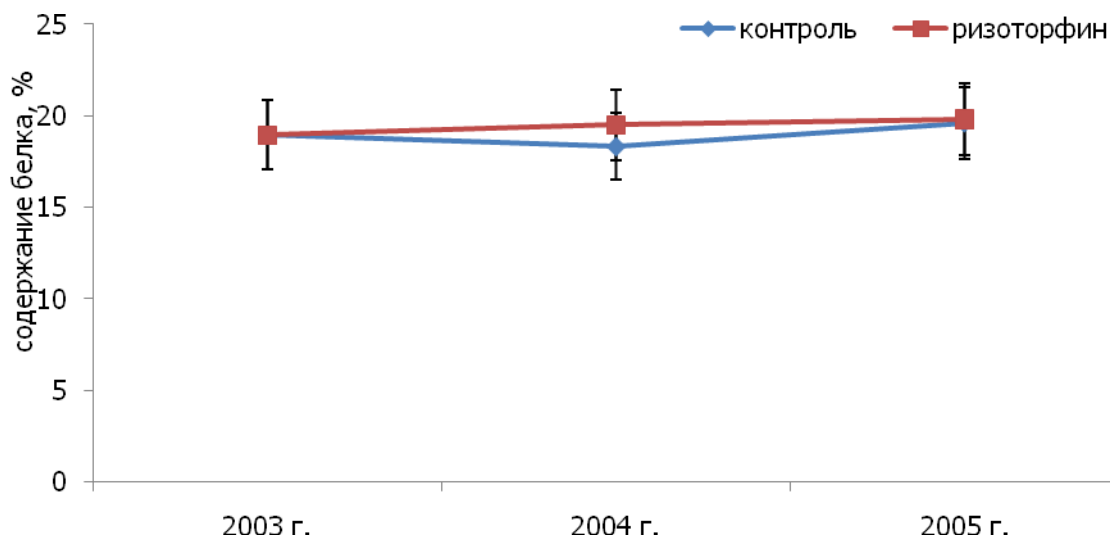


Рисунок 5 - Содержание белка в семенах гороха сорта «Венец» до и после обработки «Ризоторфином».

Вегетационный период 2010 года был короче из-за высоких температур и отсутствия осадков в течение всей вегетации. Сложившиеся погодные условия 2010 года существенно снизили фотосинтетический потенциал растений, а также биологическую активность исследуемых микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов, однако, даже не смотря на засуху, была выявлена статистически достоверная прибавка урожайности культур растений, обработанных биопрепаратами.

Зернобобовые культуры в 2010 году формировали потенциал в основном за счет минерального питания. Азотфиксирующая способность корневой системы растений гороха сорта «Венец» ограничивалась складывающимися погодными условиями. Однако, растения, обработанные биопрепаратом «Ризоторфин» показали прирост урожайности в 1,7 ц/га, при этом прибавка содержания белка составила 0,8%.

Испытания «Ризоторфина» на горохе сорта «Венец» проводились на фоне минеральных удобрений и без. На каждый опытный участок была внесена стартовая доза минеральных удобрений (40 кг/га д. в. аммиачной селитры). В варианте с обработкой семян гороха «Ризоторфином» урожайность составила 10,1 ц/га, что на 1,7 ц/га выше по сравнению с контролем, несмотря на экстремально высокие температуры в течение вегетационного периода. В 2010 г. по сравнению с



2009 г. урожайность снизилась в 3 раза, однако обработка биопрепаратом «Ризоторфин» на золоните позволила частично нивелировать отрицательный эффект экстремальных погодных условий.

Таким образом, замена носителя с торфа на золонит позволила повысить эффективность «Ризоторфина». Полученные данные в опыте по изучению влияния инокуляции семян зернобобовых культур азотфиксирующими бактериями на формирование продуктивности показали, что культуры проявили видовую и сортовую специфичность, а также в сильной степени ощутили зависимость от воздействия абиотических факторов в прохладном агроклиматическом районе.

Исследование гороха сорта «Труженик» проводили в 2 экологических зонах: экологического риска (Елабужский р-н) и экологич благополучия (Балтасинский р-н). Было отмечено, что биологическая эффективность применения «Ризоторфина» показана только в зоне экологического благополучия; в Елабужском районе – разница между контролем и опытом не достоверна.

Таким образом, отмечена чувствительность сорта «Казанец» к уровню антропогенной нагрузки в агроценозах.

Наибольшее влияние на урожайность гороха сорта «Труженик» оказывает внесение аммиачной селитры в дозе 150 кг/га д. в. Внесение 20 кг/га д. в. аммиачной селитры на фоне ризоторфина увеличивает урожайность гороха в 2 раза по сравнению с чистым биопрепаратом, что позволяет сделать выводы о возможности экономии минеральных удобрений и увеличения урожайности при применении биопрепарата. Зависимость от типа агроклиматического района и экологической зоны не обнаружена.

В Балтасинском районе РТ на горохе сорта «Казанец» мы наблюдаем другую картину: наименьшая прибавка урожая отмечена в варианте с внесением аммиачной селитры в дозе 150 кг/га д. в., наибольшая – в варианте с совместным применением биопрепарата и минерального удобрения, что возможно говорит о синергическом эффекте и так же, как и в предыдущем опыте позволяет экономить дорогостоящие минеральные удобрения. На фоне ризоторфина прибавка урожая у гороха сорта «Казанец» составила 27% от контроля, что на 12% выше, чем на фоне внесения аммиачной селитры в дозе 150 кг/га д.в. Отработка стартовых доз совместного применения ризоторфина и аммиачной селитры показала, что наиболее оптимальной является доза 20 кг/га д.в.

Влияние ризоторфина на торфе на горох сорта «Казанец» в разных типах почв и его использование в комплексе с ЖУСС, Гуми-90 и Супергуматом

Испытания осуществлялись на трех типах почв – серой лесной, дерново-подзолистой и черноземе.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что азотфиксирующая активность гороха зависит от двух факторов: типа почвы и препарата, которым обрабатывались семена. Применение ризоторфина оказывает наибольшее стимулирующее действие на эффективность бобово-ризобиального симбиоза, что выражается в увеличении количества клубеньков на корнях гороха, усилении азотфиксирующей активности, повышении надземной массы растений. Меньшим стимулирующим эффектом обладал препарат Гуми-90 и на уровне контроля Супергумат и ЖУСС.

Следует отметить, что наиболее благоприятной почвой для выращивания гороха является дерново-подзолистая, затем серая лесная и чернозем. Вероятно, это связано с pH почвы. У серой-лесной почвы и чернозема pH кислый, 5,5 и 5,3 соответственно.

Исходя из вышесказанного, особый интерес представляло выяснение симбиотических свойств клубеньковых бактерий в присутствии ЖУСС, Гуми-90 и Супергумата.

Результаты исследований показали, что совместная обработка семян ризоторфином и Гуми-90 оказывают максимальный стимулирующий эффект на эффективность бобово-ризобиального симбиоза у гороха.

Совокупное влияние ризоторфина+ЖУСС, а также ризоторфин+Супергумат приводило к снижению эффекта до полной его утраты, по сравнению с вариантом опыта, где использовался только один ризоторфин.

На основании проведенной работы можно сделать вывод, что применение ризоторфина, Гуми-90, а также совместная обработка семян гороха этими препаратами, приводило к существенному влиянию на эффективность бобово-ризобиального симбиоза у растений.

Таким образом, биологизация земледелия в условиях Республики Татарстан способствует стабилизации производства высокобелкового зерна и увеличению способствует возделывание системы взаимодополняющих видов зернобобовых культур. Включение в структуру посевов видов и сортов с различным периодом вегетации (горох, кормовые бобы, люпин узколистный, соя) позволяет проводить конвейерное производство кормов различного типа и равномерно распределить во времени техническую нагрузку.

Предпосевная инокуляция семян бактериальными препаратами на основе высокоактивных штаммов бактерий служит одним из наиболее эффективных приемов мобилизации потенциала зернобобовых культур.

#### **Испытание препарата «Фитотрикс» на пшенице**

С целью оздоровления семенного материала фонда яровой пшеницы и оценки эффективности действия фунгицида «Фитотрикс» на сапротрофные и патогенные микроорганизмы в 2006 г. в Лаишевском районе РТ на серой лесной почве были проведены полевые опыты.

Фитоэкспертиза семян пшеницы урожая 2005 г. в опытах *in vitro* показала, что они характеризуются заспоренностью: *Tilletia caries* (66,4%), *Septoria spp.* (14%), *Bipolaris spp.* (53,6%), *Fusarium spp.* (38,5%), *Alternaria spp.* (22%). На семенах также выявлены возбудители плесени из рода *Penicillium spp.* (57,5%) и *Aspergillus spp.* (25%).

В структуре микромицетного сообщества, заселяющего семена пшеницы, в группу типичных доминирующих входят возбудители альтернариоза (*Alternaria spp.*), фузариоза (*Fusarium spp.*), гельминтоспориоза (*Bipolaris spp.*), частота встречаемости которых составила 95, 85 и 45%, соответственно. Род *Fusarium* представлен тремя видами с различной частотой встречаемости в структуре микромицетного сообщества. Так *F. oxysporum* (85%), *F. solani* (65%), *F. graminearum* (8%). Микромицеты рода *Septoria*, *Clamidosporium* входят в группу случайных, с частотой встречаемости 25 и 20%, соответственно. Возбудители плесневения семян (*Mucor spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*) составляют группу редких видов микромицетов в составе эпифитной микрофлоры семян пшеницы с частотой встречаемости 35, 40 и 35%, соответственно.

Далее было проведено протравливание семян препаратом «Фитотрикс». Нами отмечено снижение численности *Bipolaris* и *Fusarium* на поверхности семян с 53,6 до 8,4%, соответственно.

Аналогичные данные отмечают и другими авторами, где обработка *Trichoderma* яровой пшеницы приводила к полному исчезновению возбудителей

гельминтоспориозной и фузариозной гнилей, а грибы рода *Alternaria* снижались с 47 до 20% [Кривошековой Т., Мищенко В., 1990].

Семена пшеницы, обработанные «Фитотрикс<sup>ю</sup>», были посажены в почву весной 2006 года. Энергия прорастания, всхожесть и высота растений в контроле составили 60%, 45% и 24,7 см, соответственно.

Отмечено снижение энергии прорастания в вариантах с параллельным внесением препарата на семена и в почву. Стимуляция энергии прорастания отмечена, когда препарат используется только на стадии семян.

Таким образом, нами не наблюдалось негативное воздействие на энергию прорастания семян.

В целом, прослеживается тенденция к увеличению в различной степени высоты растений (от 17,8 до 22,9%) по сравнению с контролем.

Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы характеризовалось в наших исследованиях инфекционным фоном развития корневой гнили (от 25 до 52%). В контроле пораженность корневыми гнилями составила 52%. В варианте с «Фитотриksom» пораженность корневыми гнилями составляла 25% по сравнению с контролем.

Таким образом, «Фитотрикс» подтверждает свою биологическую эффективность, отмеченную нами ранее в опытах *in vitro*, в отношении возбудителей корневых гнилей (*Fusarium* и *Bipolaris*) и по вегетации.

Уровень пораженности в контроле листовыми формами болезней (мучнистой росой, септориозом) был низким и не превышал от 3,6 и до 5,8%, соответственно. Отмечено повышение устойчивости к поражению мучнистой росой в варианте с «Фитотриksom». Наблюдаемый положительный эффект вероятно связан с системным типом воздействия препаратов, вызывающим увеличение иммунитета растений, и как следствие, устойчивости к поражению листовыми инфекциями, передающихся воздушно-капельным путем.

Заметно прослеживается тенденция снижения степени пораженности септориозом (от 8 до 29%). Результаты по протравливанию семян «Фитотриksom» показали наибольшую эффективность в отношении возбудителей фузариозно-гельминтоспориозной гнили на семенах, бурой ржавчине по вегетации и нашли свои подтверждения в полевом опыте.

Отмечено положительное влияние на продуктивную кустистость, число зерен в колосе и структуру урожая.

Таким образом, показано, что обработка посевного материала пшеницы 2006 г. препаратом «Фитотрикс» в целом способствует снижению зараженности семян фитопатогенными и сапротрофными микромицетами.

Можно сделать следующее заключение: предпосевная обработка семян пшеницы сорта «Люба» «Фитотриksom» вызывала снижение пораженности фитопатогенами. Семена нового урожая, полученные из семян предварительно протравленных препаратом, соответствуют регламенту по пораженности гельминтоспориозом. Пораженность фузариозом снижается в 4,5 раза.

### **Влияние совместной интродукции «Ризоторфина» и «Фитотрикса» на биологическую активность на примере дерново-подзолистой почвы**

Влияние совместной интродукции «Ризоторфина» и «Фитотрикса» на азотфиксирующую активность дерново - подзолистой почвы

Нами было исследовано влияние на азотфиксирующую активность дерново - подзолистых почв совместного внесения биопрепарата «Ризоторфин» на основе комплекса азотфиксирующих бактерий и биопрепарата «Фитотрикс» на основе

микромикетов рода *Trichoderma*. В опытах *in vitro* азотфиксирующая активность возросла с 75 до 108 нмольэтилен/мл/г. Таким образом, получен комплекс препаратов, в составе которого у «Фитотрикса» возрастает антагонистическая активность по отношению к фитопатогену, а у «Ризоторфина» - азотфиксирующая активность.

В опытах *in vivo* в условиях дерново - подзолистой почвы использование биопрепаратов привело к значимым изменениям уровня азотфиксации. В динамике отмечено увеличение азотфиксирующей активности почвы на 3, 30-е и 60-е сутки на фоне интродукции «Ризоторфина» (Р), «Фитотрикса» (Ф) и их комплекса (Р+Ф) по сравнению с контролем. Максимальное увеличение отмечено для опытов с комплексом (Р+Ф). В ходе сукцессии на 90-е и 120-е сутки уровень азотфиксации в опытных вариантах снизился, что указывает на более быструю активацию (Р+Ф) в условиях почвы и, как следствие, увеличение азотфиксирующей активности по сравнению с аборигенной микрофлорой. Период высокой активности в ходе сукцессии сопровождается спадом. Период снижения активности в опыте совпадает с периодом постепенного подъема активности в контроле.

В динамике отмечено постоянное превышение интенсивности азотфиксации в почве на фоне (Р+Ф) по сравнению с применением отдельно (Р) или (Ф). Анализ целлюлозоразрушающей активности в почве показал увеличение активности в (Р+Ф) только на 120 сутки. На первых же этапах увеличение активности отмечено в первые 60 дней на фоне интродукции (Ф), на 90-е сутки отмечено уже возрастание целлюлазной активности в контроле. Таким образом, в отношении целлюлазной активности отмечена та же тенденция, что и с азотфиксирующей активностью. Интродуцируемые микроорганизмы сразу переходят к активной жизнедеятельности, что проявляется в увеличении биологической активности почвы на более ранних сроках по сравнению с контролем.

Под влиянием комплекса (Р+Ф) отмечено возрастание респираторной активности и отсутствие влияния на микробиологическую активность. Показано достоверное влияние комплекса (Р+Ф) на кислую и нейтральную фосфатазы почвы. Протеазная активность почвы достоверно возрастает только на фоне биопрепарата «Фитотрикс» без «Ризоторфина».

Изменение общей биологической активности (БА) на фоне биопрепаратов в дерново - подзолистой почве

В дерново - подзолистой почве наибольший положительный эффект на биологическую активность и супрессивность почв от применения биопрепаратов показан в случае применения комплекса (Р+Ф).

Ферментативная активность разных типов почв при внесении биопрепаратов

В соответствии с поставленными задачами нами были исследованы некоторые биологические параметры агроценозов, расположенных на различных типах почв – чернозём, дерново-подзолистая и серая лесная. В каждый из типов почв был внесён биопрепарат «Фитотрикс» (Ф) или «Ризоторфин» (Р). Для выявления синергического эффекта совместного применения «Фитотрикса» и «Ризоторфина» (Р+Ф) вносились вместе.

Все типы исследованных нами почв при анализе их на дегидрогеназную активность показали примерно равные значения (0,72-0,89 мг восстановленного формазана на 1 г почвы за 24 часа) (рис. 6, А).

Обработка почв (Ф), (Р) и (Р+Ф) привело к флуктуациям ферментативной активности почв в зависимости от их химического состава. Наши исследования показали, что внесение (Ф) в чернозём уменьшает дегидрогеназную активность почти

вдвое, в то время как совместное применение с «Ризоторфином» (Р+Ф) частично нивелирует это изменение. Для дерново-подзолистой почвы отмечено резкое увеличение активности дегидрогеназы при добавлении как (Ф), так и (Р). Но если внесение биопрепарата (Р) повышало этот уровень только в два раза, то интродукция (Ф) способствовала превышению контрольного уровня в пять раз. Высокая активность сохранялась и при совместном внесении обоих биопрепаратов.

Относительно серой-лесной почвы показано, что внесение (Ф) и (Р) вызывают изменения ферментативной активности аналогично их применению на чернозёме. Интродукция (Ф) понижает дегидрогеназную активность по сравнению с контролем вдвое, а совместное применение с ризоторфином (Р+Ф) нивелирует этот эффект. Анализ влияния на протеазу выявил более высокий искомый уровень ферментативной активности чернозёма и серой лесной почв (0,85-0,89 мг глицина на 1 г почвы за 24 часа) по сравнению с дерново - подзолистой почвой и малое влияние на её уровень интродукции (Ф) и (Р) (рис. 6, Б).

Достоверное увеличение ферментативной активности наблюдалось только при внесении (Р) (примерно на 25%), внесение (Ф) в любой форме существенно не отражалось на протеазной активности.

Относительно целлюлазной активности показаны существенные различия как в искомых уровнях ферментативного расщепления целлюлозы в различных типах почв, так и в направленности изменений её уровня при интродукции (Ф) или (Р) (рис. 6, В). Ферментативная активность в черноземе ниже, чем в дерново-подзолистой почве в 2 раза, а в серой лесной почве в 4 раза.

При внесении (Ф) нами показано увеличение ферментативной активности чернозёма и в дерново-подзолистой почве (на 31 и 45%, соответственно). Внесение (Р) в чернозёме обладало меньшим эффектом по сравнению с интродукцией (Ф), но на дерново-подзолистой почве отмечен синергизм (увеличение целлюлазной активности в два раза). Внесение (Ф) как в отдельности, так и совместно с (Р), не вызывало значительных изменений ферментативной активности серой лесной почвы.

Таким образом, можно заключить, что ферментативная активность почв изменяется под влиянием внесения «Фитотрикса», что указывает на возможность регулирования некоторых параметров качества почвы за счёт интродукции препарата. Результат зависит от физико-химических свойств почв и может быть усовершенствован методом совместного применения с биопрепаратом «Ризоторфин», который в некоторых условиях способствует достижению синергического эффекта либо нивелирования отрицательного действия на ферментативную активность «Фитотрикса».

В результате проведенных испытаний выявлен положительный эффект, оказываемый препаратами «Ризоторфин» и группы «Фармат» на продолжительность вегетации растений яровой пшеницы, ячменя, картофеля и гороха при внесении стартовой дозы минеральных удобрений (40 кг/га д.в.). Предпосевная обработка микробиологическими препаратами «Ризоторфин» и группы «Фармат» позволила получить прирост урожайности на яровой пшенице на 1,0 ц/га, на ячмене – на 1,5 ц/га, на горохе – на 1,7 ц/га, на картофеле – на 24 ц/га.

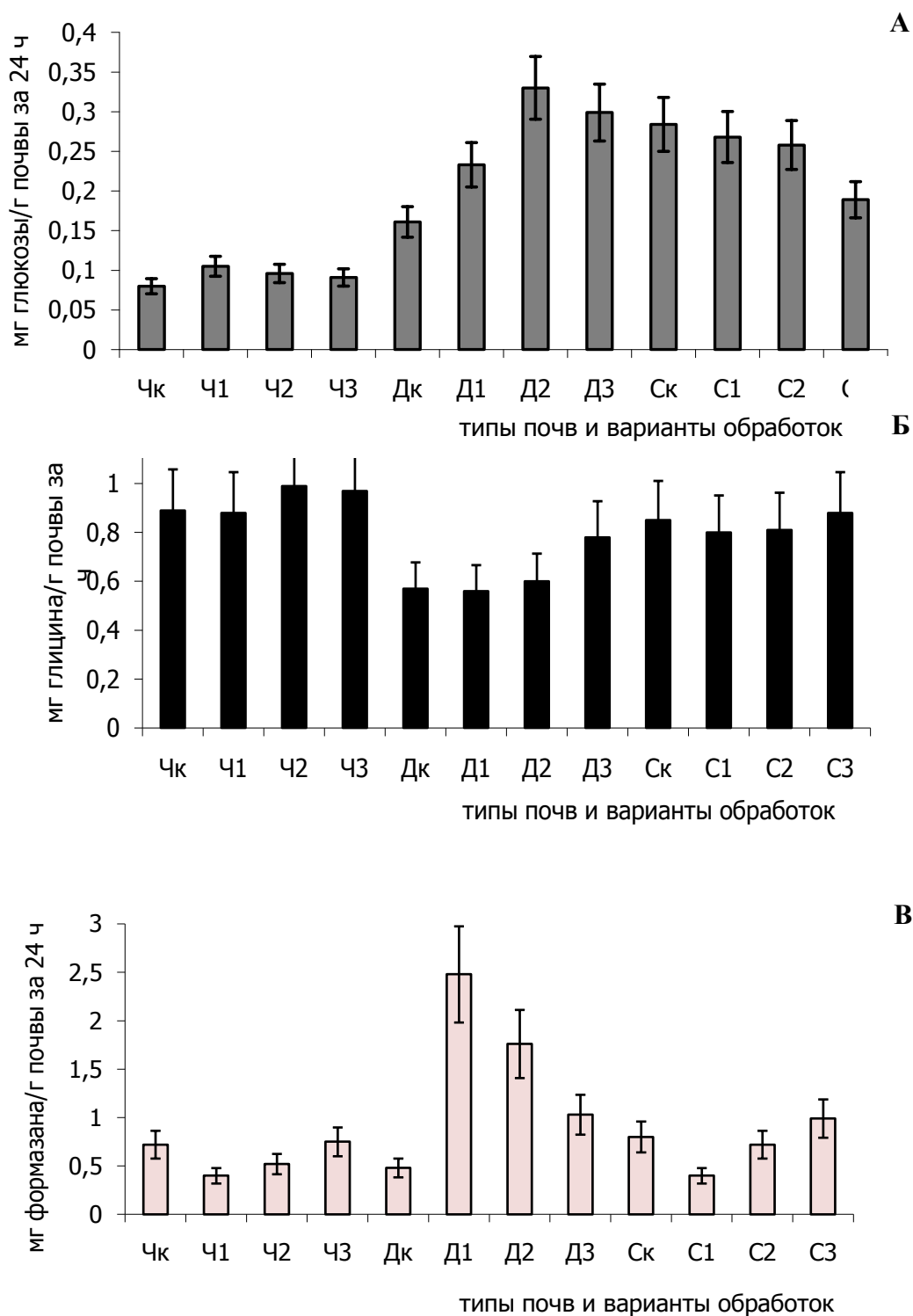


Рисунок 7 – Ферментативная активность разных типов почв на фоне Фитотрикса» и «Ризоторфина»: А - дегидрогеназная активность; Б - протеазная активность; В - целлюлазная активность. Ч – чернозём; Д – дерново-подзолистая почва; С – серая лесная почва; к – контроль; 1 – «Фитотрикс»; 2 – «Фитотрикс» и «Ризоторфин»; 3 – «Ризоторфин».

Такая прибавка урожайности культур могла быть обусловлена дополнительным внесением сложных азотно-фосфорных минеральных удобрений в количестве 50-70 кг д.в. на 1 га посевной площади. Таким образом, предпосевная обработка семян культурных растений биопрепаратами «Ризоторфин» и «Фармат» позволяет снизить дозу внесения дорогостоящих минеральных удобрений.

Помимо повышения показателей урожайности микробиологические препараты заметно снижали фон поражаемости культурных растений различными болезнями (поражаемость гельминтоспориозом снижалась на 7,2%, мучнистой росой – на 4,3%, септориозом на – 7,6, бурой ржавчиной – на 8,2, корневыми гнилями – на 9,0 %). При этом снижается необходимость внесения химических агентов (фунгицидов, пестицидов), которые в большом количестве могут накапливаться, почве, грунтовых водах (нарушая, тем самым, природный экологический баланс) и в растениеводческой продукции, что прямо сказывается на здоровье и долголетию потребителей.

Поэтому, для комплексной защиты сельскохозяйственных посевов от бактериальных и микоризных заболеваний необходима инкрустация и предпосевная обработка семян культурных растений соответствующими микробиологическими препаратами, являющихся экологически безопасными заменителями минеральных удобрений и средствами защиты растений.

### **ВЫВОДЫ:**

1. Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами группы «Фармат» («Ризоагрин», «Мизорин», «Флавобактерин») повышает показатели урожайности зерновых и качества растениеводческой продукции, при снижении доз внесения минеральных удобрений (в среднем, в разрезе культур растений на 40-70%). Наибольшая прибавка урожая у пшеницы отмечена для сорта «Амир» в теплом агроклиматическом районе на черноземе (10 ц/га), у ячменя - для сорта «Нур» на серой лесной почве (9,7 ц/га).

2. Применение биопрепарата «Ризоторфин» в различных биотехнологических формах обеспечивает высокую эффективность во всех агроэкосистемах РТ. Наиболее положительный эффект на фитосанитарное состояние агроэкосистем от применения Ризоторфина выявлен в серых лесных и дерново-подзолистых почвах.

3. Предпосевная обработка семян пшеницы сорта «Люба» «Фитотриксом» вызывала снижение пораженности фитопатогенами: корневой гнили (на 35,4%), фузариоза (на 21,3%), альтернариоза (на 6,7%), пеницилеза (на 45%), аспергиллеза (на 25%).

4. Интродукция микроорганизмов в составе «Фитотрикса» и «Ризоторфина» при совместном применении оказывает достоверное положительное влияние на отдельные параметры биологической активности почв.

5. Все препараты были эффективны в условиях агроклиматических зон РТ, особенно на фоне экстремально высоких температур 2010 г. Эффективность биопрепаратов зависела от уровня влажности, типа сорбента.

### Основные работы, опубликованные по теме диссертации:

#### Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Ибатуллина Р. П.** Производство и применение новой формы биопрепарата в Республике Татарстан для получения экологически чистой пищевой продукции / Р. П. Ибатуллина, Ф. К. Алимова, Д. И. Тазетдинова, Р. И. Тухбатова // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю. А. Овчинникова. – 2010. – Т. 6. - №3. – С. 22-27.
2. Фадеева А. Н. Влияние обработки ризоторфином на потенциал зернобобовых культур / А. Н. Фадеева, **Р. П. Ибатуллина**, М. Ш. Тагиров, Т. Н. Абросимова // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - №1. – С. 23-28.
3. **Ибатуллина Р. П.** Скрининг микроорганизмов, способных к подавлению роста микромицетов рода *Fusarium* / Р. П. Ибатуллина, Э. А. Кабрера Фуентес, Р. Т. Мухаметшина, Р. А. Габитов, Н. Г. Захарова, Т. В. Багаева // Ученые записки Казанского государственного университета. – 2010. – Т. 152. – Кн. 2. – С. 122-127.
4. Скворцов Е.В. Гидролиз зерна тритикале с применением ферментного комплекса грибов *Trichoderma* / Ф. К. Алимова, Р. И. Тухбатова, Д. И. Тазетдинова, Э. А. Рафаилова, **Р. П. Ибатуллина** // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. - 2010. – Т. 6. - №1. – С. 20-27.

#### Статьи в других изданиях:

5. **Ибатуллина Р. П.** Зернобобовые культуры – на поля Татарстана / А. Н. Фадеева, Р. П. Ибатуллина // Нива Татарстана. – 2010. - № 1-2. – С. 32-41.
6. **Ибатуллина Р. П.** Мы лечим землю / Р. П. Ибатуллина // Нива Татарстана. – 2010. - № 1-2. – С. 52-54.
7. **Ибатуллина Р. П.** Экологически чистая продукция – путь повышения здоровья населения / Р. П. Ибатуллина // Элита Татарстана. – 2010. - №5(107). – С. 55-56.
8. **Ибатуллина Р. П.** Биотехнология на службе у аграриев / Р. П. Ибатуллина // Agriculture. – 2010. - №1(008). – С. 52-54.

#### Тезисы конференций:

9. **Ибатуллина Р. П.** Новые направления в производстве бактериальных препаратов различного спектра действия / Р. П. Ибатуллина, И. Н. Муртазин // материалы научно-практической конференции «Современные направления и развитие адаптивного семеноводства, его технической базы как фактора стабилизации и повышения урожайности сельскохозяйственных культур», г. Казань, 2007, С. 134-138.
10. **Ибатуллина Р. П.** Биофунгициды и биопестициды для растениеводства группы «Фармат» и «Ризоторфин» / Р. П. Ибатуллина, Ф. К. Алимова, Р. И. Тухбатова // тезисы Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность при использовании наноматериалов и нанотехнологий», г. Казань, 2009, С. 56-58.
11. Панкова А. В. Подбор носителя для сохранения эффективности биопрепарата / **Р. П. Ибатуллина** // тезисы I-ой Всероссийской интернет-конференции «Современные проблемы биохимии и бионанотехнологии», г. Казань, 2010, С. 122.
12. **Ибатуллина Р. П.** Микробиологические препараты – альтернатива пестицидам и химическим фунгицидам / А. В. Шишкин // материалы научно-практической конференции «Становление и достижения биохимической школы Казанского университета», г. Казань, 2010, С. 52-54.